

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-252593

(P2000-252593A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 S 5/40

5/042

識別記号

6 1 0

F I

H 0 1 S 3/18

テマコード\* (参考)

6 8 0

5 F 0 7 3

6 2 4

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平11-56101

(22) 出願日

平成11年3月3日 (1999.3.3)

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 西塚 満

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 太田 啓之

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100079119

弁理士 藤村 元彦

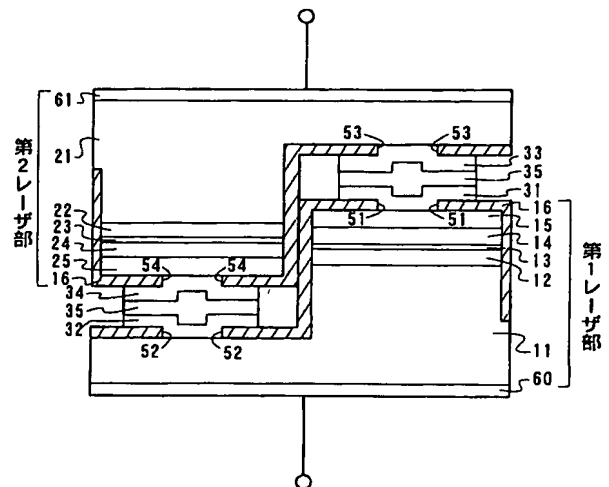
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2波長半導体レーザー素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 波長、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なる発光特性を有する2つのレーザー光を印加電圧の方向を切り替えることによって選択出射可能な半導体レーザー素子を提供する。

【解決手段】 本発明による半導体レーザー素子は、少なくともn型半導体層、活性層、p型半導体層の順に積層された多層構造体と、p側電極及びn側電極と、を有するリッジ型構造を有する第1及び第2レーザー部を含む半導体レーザー素子であって、前記第1レーザー部のp側電極及びn側電極がそれぞれ前記第2レーザー部のn側電極及びp側電極と電気的に接続されていることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくともn型半導体層、活性層、p型半導体層の順に積層された多層構造体と、p側電極及びn側電極と、を有するリッジ型構造を有する第1及び第2レーザ部を含む半導体レーザ素子であって、前記第1レーザ部のp側電極及びn側電極がそれぞれ前記第2レーザ部のn側電極及びp側電極と電気的に接続されていることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記第1レーザ部のp側電極及びn側電極がそれぞれ前記第2レーザ部のn側電極及びp側電極と接続層を介して電気的に接続されていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ素子。

【請求項3】 前記第1及び第2レーザ部は、絶縁層の間に挟み対向して配置されていることを特徴とする請求項2記載の半導体レーザ素子。

【請求項4】 前記接続層の少なくとも一方が、ショットキーバリアを有することを特徴とする請求項2又は3記載の半導体レーザ素子。

【請求項5】 前記第1及び第2レーザ部の少なくとも一方は、前記p側電極と前記p型半導体層との間にショットキーバリアを有することを特徴とする請求項1乃至3記載のうちの1つの半導体レーザ素子。

【請求項6】 前記第1及び第2レーザ部の少なくとも一方は、窒化ガリウム(GaN)系半導体を積層させた半導体レーザであることを特徴とする請求項1乃至5記載のうちの1つの半導体レーザ。

【請求項7】 基板上に少なくともn型半導体層、活性層、p型半導体層を積層した多層構造体を形成するステップと、前記多層構造体の頂部から一部を除去して前記n型半導体層を露出するようにストライプ状のリッジを形成するステップと、前記リッジの頂部及び谷部にそれぞれ第1及び第2電極を形成するステップと、からなるレーザアセンブリを形成するステップと、

前記レーザアセンブリを形成するステップを繰り返して第1及び第2の2つのレーザアセンブリを用意するステップと、

前記第1レーザアセンブリの前記第1電極及び前記第2電極を融着材を間に介して前記第2レーザアセンブリのそれぞれ前記第2電極及び前記第1電極に対向させて位置合わせをするステップと、

前記第1及び第2のレーザアセンブリを密着せしめ、前記融着材を溶解させて第1及び第2のレーザアセンブリを融着せしめるステップと、

前記第1及び第2のレーザアセンブリから前記基板のうち少なくとも絶縁性の基板を除去するステップと、

前記第1及び第2のレーザアセンブリの前記n型半導体層の底部に電極を形成するステップと、からなることを特徴とする半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項8】 前記位置合わせをするステップは、前記第1レーザアセンブリの前記第1電極若しくは前記第2

レーザアセンブリの前記第2電極の少なくともいずれか一方の上に融着材料を供給するステップと、前記第1レーザアセンブリの前記第2電極若しくは前記第2レーザアセンブリの前記第1電極の少なくともいずれか一方の上に融着材料を供給するステップと、を含むことを特徴とする請求項7記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項9】 前記第1及び第2レーザアセンブリの少なくとも一方は窒化ガリウム系レーザであることを特徴とする請求項8記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項10】 前記基板は、サファイアからなり、前記基板を除去するステップは、前記基板の底部から200〜300nmの波長を有するレーザ光を照射するステップであることを特徴とする請求項9記載の半導体レーザ素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なる特性を有する2つのレーザ光を印加電圧の方向を切り替えることによって選択出射可能な半導体レーザ素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体レーザ素子は、CDやDVDプレーヤなどの光情報記録機器に広く採用されている。そしてこの光ピックアップに用いられる半導体レーザ素子は、光情報記録機器の情報記録密度等の違いによって異なっている。例えばCDプレーヤでは波長780nmの赤外半導体レーザ素子が、DVDプレーヤでは波長650nmの赤色半導体レーザ素子が、また単位面積当たりの情報記録容量を上げた改良型DVDのHD-DVDプレーヤでは波長410nmの青色半導体レーザ素子が使用されている。

【0003】図1に示すように、光ピックアップに用いられている従来のリッジ型半導体レーザ素子は、例えば、基板101の上にn型半導体層102、n型半導体クラッド層103、活性層104、p型半導体クラッド層105、p型半導体コンタクト層106を順次積層して、さらにp型電極107及びn型電極108をp型半導体コンタクト層106及びn型半導体層102上にそれぞれ形成した多層構造体からなっていた。該多層構造において、各層の材料及び厚さ等を適宜選択することで発振するレーザ波長等の発光特性を変化させることができる。例えば、半導体層にAlGaAs系の材料を選択すれば780nm近傍の赤外域の波長で、AlGaInP系であれば650nm近傍の波長で、GaN系であれば400nm近傍の波長で発振するのである。

【0004】ところで、上記したような半導体レーザは、あらかじめ決められた単一の波長においてのみ発振するものである。そこで、例えば、CD及びDVDディスクのいずれであっても再生動作可能なコンパチブルプレーヤにおいては、以下のような再生機構が採用されてきた。すなわち、1)光ディスクの種類に対応した半導

体レーザ素子を有するピックアップを複数個、プレーヤ内部に具備し、これによって再生動作を行う、2) 波長の異なる半導体レーザ素子を1つのピックアップパッケージ内に複数個並べて載置し、光ディスク毎に発光させるレーザ素子を切り替えて再生動作を行う、といった方法である。

【0005】しかしながら、1)の方法では、ピックアップごとに駆動機構を設ける必要があるため、装置が大型化し、また製造コストが上昇してしまうといった問題があった。また、2)の方法では、ピックアップの1つのレンズに複数のレーザ素子からの光を結合させるためにレーザ素子の発光スポットの間隔を非常に狭く調整しなければならない。これには基板上に各レーザ素子を正確に位置決めする非常に煩雑な製造工程を含み、やはり製造コストを上昇させる原因となっていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、基板上に単一の波長を発する半導体レーザ素子を複数個並べて載置するのではなく、単一の素子でありながら複数の波長のレーザ光を発することができる半導体レーザ素子が望まれた。また、波長だけでなく、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なるレーザ発光特性の光を単一の素子で得ることができる半導体レーザ素子が望まれた。そこで本発明は、上述のような異なる発光特性の2つのレーザ光を発生することができる半導体レーザ素子及びその製造方法を与えることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体レーザ素子は、少なくともn型半導体層、活性層、p型半導体層の順に積層された多層構造体と、p側電極及びn側電極と、を有するリッジ型構造を有する第1及び第2レーザ部を含む半導体レーザ素子であって、前記第1レーザ部のp側電極及びn側電極がそれぞれ前記第2レーザ部のn側電極及びp側電極と電気的に接続されていることを特徴とする。

【0008】さらに、本発明によるレーザ半導体素子の製造方法であって、レーザアセンブリを形成するステップは、基板上に少なくともn型半導体層、活性層、p型半導体層を積層した多層構造体を形成するステップと、前記多層構造体の頂部から一部を除去して前記n型半導体層を露出するようにストライプ状のリッジを形成するステップと、前記リッジの頂部及び谷部にそれぞれ第1及び第2電極を形成してレーザアセンブリを形成するステップと、からなり、前記レーザアセンブリを形成するステップを繰り返して第1及び第2の2つのレーザアセンブリを用意し、前記第1レーザアセンブリの前記第1及び前記第2電極を前記第2レーザアセンブリのそれぞれ前記第2及び前記第1電極にその間に融着材を介して対向させて位置合わせをするステップと、前記第1及び第2のレーザアセンブリを密着せしめ、前記融着材を溶

解させて第1及び第2のレーザアセンブリを融着せしめるステップと、前記第1及び第2のレーザアセンブリから前記基板のうち少なくとも絶縁性の基板を除去するステップと、前記第1及び第2のレーザアセンブリの前記n型半導体層の底部に電極を形成するステップと、からなることを特徴とする

【0009】

【発明の実施の形態】図2に示すように、本発明による半導体レーザ素子は、第1レーザ部と第2レーザ部とからなる。第1レーザ部は、リッジ構造を有する窒化ガリウム(GaN)系レーザであって、n型GaN層11上に、n型AlGaNクラッド層12、活性層13、p型AlGaNクラッド層14、p型GaNコンタクト層15が順次積層された多層構造体からなる。リッジ頂部のコンタクト層15及びリッジ谷部のn型GaN層11の一部にそれぞれ窓51、52を形成して、それ以外の多層構造体の頂部をシリカ(SiO<sub>2</sub>)の如き絶縁層16が覆っている。さらに、窓51を介してニッケル(Ni)電極層31がコンタクト層15上に、また、窓52を介してチタン-金(Ti/Au)電極層32がn型GaN層11上に配されている。

【0010】第2レーザ部は、リッジ構造を有するアルミニウム-ガリウム-ヒ素(AlGaAs)系レーザであって、n型GaAs基板21上に、n型AlGaAsクラッド層22、活性層23、p型AlGaAsクラッド層24、p型GaAsコンタクト層25が順次積層された多層構造体からなる。リッジ谷部のn型GaAs基板21及びリッジ頂部のp型GaAsコンタクト層25の一部にそれぞれ窓53、54を形成して、それ以外の多層構造体の頂部をSiO<sub>2</sub>の如き絶縁層16が覆っている。さらに、窓53を介して金-ゲルマニウム(Au-Ge)合金電極層33、窓54を介してクロム(Cr)電極層34がそれぞれn型GaAs基板21及びp型GaAsコンタクト層25上に配されている。

【0011】そして、第1レーザ部のp側電極及びn側電極がそれぞれ前記第2レーザ部のn側電極及びp側電極と電気的に接続されている。かかる接続は、各電極間に接続層を挿入することによって素子の機械強度を保つことが出来て好ましい。第1レーザ部のNi電極層31と第2レーザ部のAu-Ge合金電極層33は、金-錫(Au-Sn)合金層35によって接続されている。また、第1レーザ部のTi/Au電極層32と第2レーザ部のCr電極層34は、Au-Sn合金層35によって接続されている。

【0012】さらに、第1レーザ部のn型GaN層11において絶縁層16の配された面と反対側の面には、Ti/Au電極60が配されている。この電極はチタン-アルミニウム(Ti/Al)を材料としてもよい。同様に第2レーザ部のn型GaAs基板21において絶縁層16の配された面と反対側の面には、Au-Ge電極61が配されている。以上の如き構成によって、図3の等価回路に示すように、第1レーザ部及び第2レーザ部は、それぞれD<sub>1</sub>及びD<sub>2</sub>のダイオードを形成している。そして、この2つのダイオードは、

互いの極性を逆向きにして結合した回路を構成している。故に、 $I_1$ 方向に電流が流れるときは第1レーザ部が発光し、逆に矢印 $I_2$ 方向に電流が流れるときは第2レーザ部が発光するのである。

【0013】また、図4に示すように、第1レーザ部と第2レーザ部の間、例えば接続層に半導体-金属接合によるショットキーバリアをレーザの動作方向と順方向になるように形成して、pnダイオードと比べて順方向電圧の小さいショットキーダイオード $D_{schott}$ を含ませた構成であってもよい。この場合、半導体レーザ $D_2$ の動作時に半導体レーザ $D_1$ の逆耐圧が補償できて好ましいのである。ショットキーダイオードは、第1及び第2レーザ部を接続する2つの接続層のどちらか一方、若しくは双方に形成することが出来る。

【0014】図5に示すように、本発明による他の半導体レーザは、ショットキーダイオードが半導体レーザ部に形成された半導体レーザ素子である。第1レーザ部は、リッジ構造を有する窒化ガリウム(GaN)系レーザであって、n型GaN層11上に、n型AlGaNクラッド層12、n型AlGaNガイド層17、活性層13、p型AlGaNガイド層18、p型AlGaNクラッド層14、p型GaNコンタクト層15が順次積層された多層構造体からなる。リッジ頂部のコンタクト層15及びリッジ谷部のn型GaN層11の一部にそれぞれ窓51、52を形成して、それ以外の多層構造体の頂部をシリカ( $SiO_2$ )の如き絶縁層16が覆っている。さらに、窓51を介してニッケル/金(Ni/Au)電極層36がp型GaNコンタクト層15上に、また、窓52を介してTi/Au電極層32がn型GaN層11上に配されている。

【0015】第2レーザ部は、リッジ構造を有するアルミニウム-ガリウム-ヒ素(AlGaAs)系レーザであって、n型GaAs基板21上に、n型AlGaAsクラッド層22、n型AlGaAsガイド層26、活性層23、p型AlGaAsガイド層27、p型AlGaAsクラッド層24、p型GaAsコンタクト層25が順次積層された多層構造体からなる。p型GaAsコンタクト層25には、p型不純物が $10^{19} \sim 10^{20} 1/cc$ 程度の濃度で添加されている。また、コンタクト層25は、レーザ共振器形成方向(図5の紙面の法線方向)と平行方向にストライプ状のリッジを形成しており、該リッジの両側部にはn型AlGaAs電流狭窄層28が配されている。ここでリッジは、p型AlGaAsクラッド層24をその一部に含んでも良い。さらに、リッジ谷部のn型GaAs基板の一部に窓53を形成して、リッジ頂部のp型GaAsコンタクト層25及びn型AlGaAs電流狭窄層28の一部の上にも窓54を形成し、またそれ以外の多層構造体の頂部を絶縁層16が覆っている。そして、窓53を介して、Au-Ge合金電極層33がn型GaAs基板21上に配されている。また、窓54を介して、p型GaAsコンタクト層25上にCr電極層34、Pt中間層37が配されている。さらに、Cr電極層34及びPt中間層37を電流狭窄層28上に封止するようにしてAu-Ge合金層33aが配されている。さらに、Au-Ge合金層33aは、電流狭窄層28上

に封止されるようにして絶縁層16aが配されている。そして、Pd電極層38が、電流狭窄層28の一部に接し且つ絶縁層16aを覆って、窓54を埋めるようにして配されている。

【0016】そして、第1レーザ部のNi/Au電極層36と、第2レーザ部のAu-Ge合金電極層33がAu-Sn合金層35によって接続されている。また、第1レーザ部のTi/Au電極層32と、第2レーザ部のPd電極層38がAu-Sn合金層35によって接続されている。さらに、第1レーザ部のn型GaN層11において、絶縁層16が配された面と反対側の面にTi/Al若しくはTi/Auからなる電極60が配されている。同様に第2レーザ部のn型GaAs基板21において絶縁層16の配された面と反対側の面にはAu-Ge電極61が配されている。

【0017】かかる構成において、図4の等価回路に示すように、ダイオード $D_2$ を形成する第2レーザ部の逆耐圧をダイオード $D_{schott}$ によって補償することができるのである。図4の矢印 $I_2$ 方向に電流が流れるように電圧が付加されたときを図6に示す。Au-Sn合金層35、Pd電極層38を介して、電流狭窄層28に電流が流れる。ここで、Pd電極層38は、n型AlGaAs電流狭窄層28とショットキーダイオード $D_{schott}$ を形成するが、順方向のバイアスであって、電流は、矢印71の方向に流れるのである。さらに、Au-Ge層33aとn型AlGaAs電流狭窄層28は、オーミック接触であって、故に電流は、矢印72の方向に流れる。さらに、上述したようにp型GaAsコンタクト層25には、P型不純物がドーピングされていて、金属的な電気状態を有しているため、Cr電極層34とp型GaAsコンタクト層25は、オーミック接触を形成し、電流は、矢印73の方向に流れる。以上のようにして、第2レーザ部に電流が流れるのである。

【0018】一方、図4の矢印 $I_1$ 方向に電流が流れるように電圧が付加されたときは、第1レーザ部に電流が流れる。つまり、上述したPd電極層38とn型AlGaAs電流狭窄層28からなるショットキーダイオードに逆方向のバイアス電流となるため、これを遮断する。かかる構成によって、例えば、GaN系の第1レーザ部を動作させるために負荷される3(理論限界値) $\sim 6V$ といった、GaAs系の第2レーザ部の保償逆耐電圧を越える電圧の負荷から第2レーザ部を保護できるのである。上述の如きショットキーダイオードを形成する構造は、第1レーザ部上に適宜、形成してもよい。

【0019】本発明による半導体レーザ素子は、第1及び第2レーザ部の組み合わせが、GaN系レーザとGaAs系レーザの組に限定されるものではない。例えば、AlInGaP系レーザ、GaAs系レーザ、GaN系レーザ、InP系レーザ等から選択される2つのレーザであってもよい。また、同一の材料系からなるレーザ素子を組み合わせても良い。この場合、印加電圧の方向を変えることでレーザの発光位置をシフトできて好ましい。すなわち、材料系や

特性の異なるレーザを適宜、選択して組み合わせることにより、波長、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なるレーザ光を印加電圧の方向を変えることで得ることが出来るのである。

【0020】次に、以下に本発明による窒化物半導体レーザ素子の製造方法について詳述する。図7に示すように、第1及び第2レーザ部の多層構造体を構成する第1多層構造体1及び第2多層構造体2は、有機金属気相成長法(MOCVD法)によって、それぞれ別個に作製される。

【0021】第1多層構造体1は、MOCVD反応炉内にサファイア基板10を載置し、該炉内に原料ガスを順次導入して、n型GaN層11、n型AlGaNクラッド層12、活性層13、p型AlGaNクラッド層14、p型GaNコンタクト層15を順に積層して得られる。一方、第2多層構造体2は、n型GaAs基板21上に、n型AlGaAsクラッド層22、活性層23、p型AlGaAsクラッド層24、p型GaAsコンタクト層25を順に積層して得られる。

【0022】図8及び図9に示すように、第1及び第2多層構造体1、2の成膜面をストライプ状にマスクングして、第1多層構造体1にはRIE(反応性イオンエッチング)、第2多層構造体2には化学エッチングを行ってリッジを形成する。マスクングされていない部分がエッチングされて、最後にマスクングを除去するとリッジとなるのである。このときリッジの長手方向、すなわち矢印方向3及び3'がレーザの共振器を構成する方向であって、第1多層構造体1においては矢印方向3がn型GaN層11の結晶の<11-00>または<11-20>方向となるように、第2多層構造体2においては矢印方向3'がGaAs結晶の<110>方向となるようにリッジを形成する。後述するように、第1及び第2多層構造体1、2は、互いに対向させて組み合わせたときに密着できるように、リッジの高さは第1及び第2多層構造体1、2ともに等しく、また第1多層構造体1のリッジの幅は、第2多層構造体2のリッジ間の幅に、逆に第2多層構造体2のリッジの幅は、第1多層構造体1のリッジ間の幅となるようにする。

【0023】さらに、第1多層構造体1のリッジの頂部1a及びリッジとリッジの間の谷部1b、第2多層構造体2のリッジの頂部2a及び谷部2bの一部をリッジの延在する方向にストライプ状のマスクングを施して、SiO<sub>2</sub>をそれぞれその上から成膜して絶縁層16を形成する。最後にマスクングを除去して、第1多層構造体1のリッジの頂部1a及び谷部1bに、p型GaNコンタクト層15及びn型GaN層11がそれぞれ裸出する窓51及び52を形成する。また同様に第2多層構造体2のリッジの頂部2a及び谷部2bに、p型GaAsコンタクト層25及びn型GaAs基板21が裸出する窓53及び54をそれぞれ形成する。

【0024】第1多層構造体1の上には、さらに窓51を介してp型GaNコンタクト層15上にNi電極層31/Au中間

層35a/Au-Sn合金層35を順に積層する。また、窓52を介してn型GaN層11上にTi/Au電極層32/Au中間層35a/Au-Sn合金層35を順に積層する。第2多層構造体2の上には、窓53を介してn型GaAs基板21上にAu-Ge合金層33/Au中間層35aを、また、窓54を介してp型AlGaAs層25上にCr電極層34/Au中間層35aをこの順に積層する。この第2多層構造体2は、345℃で5分間のアニールを行って、Au-Ge合金電極層33/n型GaAs基板21のアロイングを行ってオーミック性を改善する。

10 【0025】以上のようにして調製した第1及び第2多層構造体1、2を、互いに成膜面に形成された窓51と53及び52と54とが対向するようにつきあわせて、すなわち第1多層構造体1のリッジの頂部1aと第2多層構造体2のリッジの谷部2bが、また第1多層構造体1のリッジの谷部1bと第2多層構造体2のリッジの頂部2aが対向するように組み合わせるジグ(図示せず)にてこれを圧着する。かかる場合において、第1及び第2多層構造体1、2にリッジの作製と同時にマーカ4及び4'をあらかじめエッチングによって設けておいて、これをつきあわせて位置決めを行うと精度良く圧着が出来て好ましい。

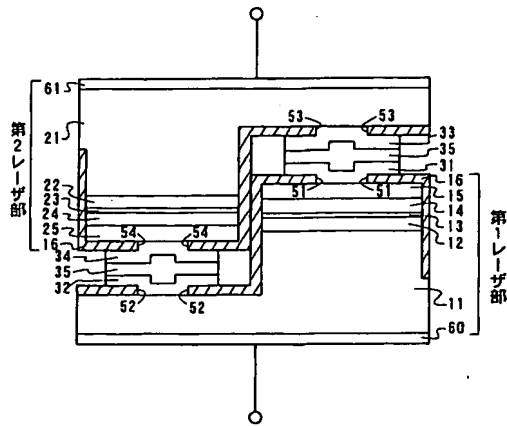
【0026】図10に示すように、ジグに第1及び第2多層構造体1、2を挟んで圧着したまま、窒素雰囲気若しくは窒素+水素(5~10%)雰囲気中でAu-Sn合金の共晶温度である278℃以上に加熱すると、Au中間層35aは、Au-Sn合金層35に取り込まれて第1及び第2多層構造体1、2を融着せしめられる。次に、第1多層構造体1からラッピング装置で導電性を有しないサファイア基板10を削り取る。ここで、サファイア基板10の除去は、上下両面が鏡面のサファイア基板10を用いることにより、サファイア基板10の半導体層を積層された面と反対側の面から200~300nmの波長を有するレーザ光を当てる。該波長のレーザ光に対して、サファイアは透明であるが、GaNはこれを強く吸収するため、GaN/サファイア界面はレーザ光を吸収して発熱し、GaNは金属Gaと窒素に分解する。金属Gaの融点は室温程度であるため、基板を40℃程度に加熱すると金属Gaが溶解してサファイア基板10が剥がれるのである。こうして得られたサファイア基板10を取り除いた面を仕上げ研磨して、この上にチタン/金(チタン/アルミであってもよい)電極60を蒸着する。

40 【0027】また、導電性を有する第2多層構造体2のn型GaAs基板21は、導電性の観点からその厚さを薄くすることが好ましいが、一方で強度の低下をも考慮して、ラッピング装置で、その厚さを100μm程度になるまで研磨する。砥粒はアルミナ、シリコンカーバイト等が好ましい。研磨後、その表面を酸で少量だけエッチングして加工ダメージ層を除去し、この上にAu-Ge合金からなる電極61を蒸着する。電極のオーミック性改善のために300℃程度の温度で加熱処理を行う。この加熱処理の温度は、第1及び第2多層構造体1、2の融着の劣化が生じない程度の温度で行う。

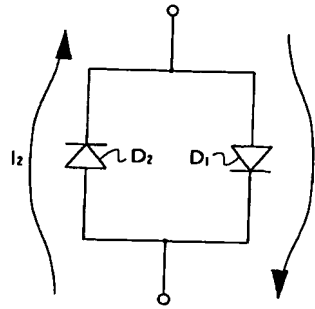
【図 9】 電極形成後の第 1 及び第 2 多層構造体の断面

- 1 第1多層構造体
- 2 第2多層構造体
- 10 サファイア基板
- 11 n型Ga<sub>n</sub>N層
- 12 n型AlGa<sub>n</sub>Nクラッド層
- 13、23、104 活性層
- 14 p型AlGa<sub>n</sub>Nクラッド層
- 15 p型Ga<sub>n</sub>Nコンタクト層
- 16 絶縁層
- 17 n型AlGa<sub>n</sub>Nガイド層
- 18 p型AlGa<sub>n</sub>Nガイド層
- 22 n型AlGaAsクラッド層
- 24 p型AlGaAsクラッド層
- 25 p型GaAsコンタクト層
- 26 n型AlGaAsガイド層
- 31 ニッケル電極層
- 32 チタン-金電極層
- 33 金-ゲルマニウム合金電極層
- 34 クロム電極層
- 35 金-錫合金層
- 36 金中間層
- 37 白金中間層
- 38 バラジウム電極層
- 51、52、53、54 窓
- 60、61 電極
- 101 基板
- 102 n型半導体層
- 103 n型半導体クラッド層
- 105 p型半導体クラッド層
- 106 p型半導体コンタクト層
- 107 p型電極
- 108 n型電極

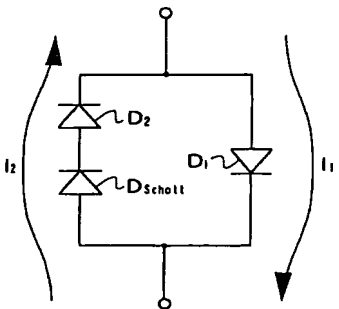
【図2】



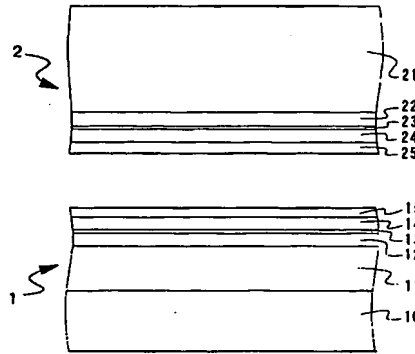
【図3】



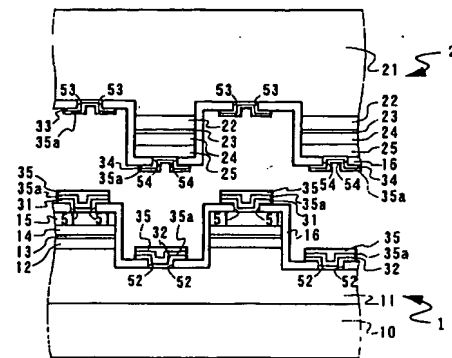
【図4】



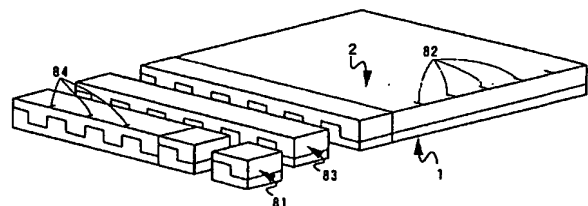
【図7】



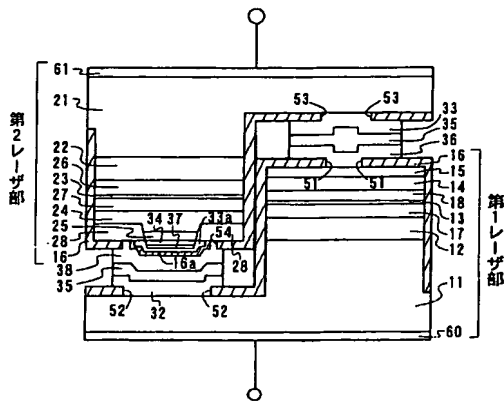
【図9】



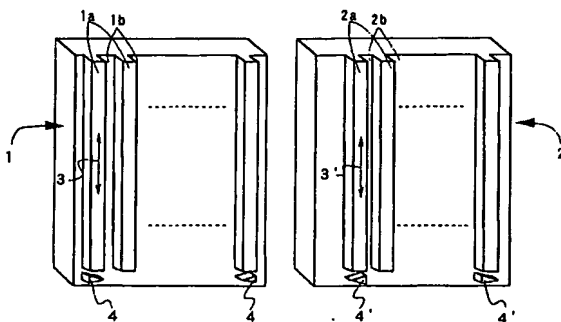
【図11】



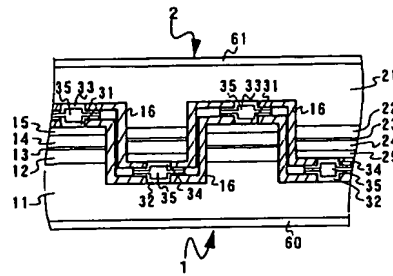
【図5】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 竹間 清文  
埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
イオニア株式会社総合研究所内

Fターム(参考) 5F073 AA11 AA61 AA89 AB06 BA05  
BA06 CA02 CB22 DA30 DA35  
EA06 EA07 FA22